

**Tierexperimentelle Untersuchungen
zur Optimierung der Elektrokoagulation
blutender Schleimhautläsionen**

Vorgelegt

von

Ingrid Schmidt

aus

Nürnberg

1979 #254



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Medizinischen Klinik mit Poliklinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Professor Dr. L. Demling

Tierexperimentelle Untersuchungen zur
Optimierung der Elektrokoagulation blutender
Schleimhautläsionen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt von
Ingrid Schmidt
aus Nürnberg

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: Prof. Dr. W. Kersten
Referent: Priv.-Doz. Dr. P. Frühmorgen
Korreferent: Prof. Dr. L. Demling
Tag der mündlichen Prüfung: 26.07.1979

In tiefer Dankbarkeit meinen lieben

Eltern gewidmet

I N H A L T

	Seite
1. <u>Einleitung</u>	1
2. <u>Fragestellung</u>	2
3. <u>Methodik</u>	3
3.1. Hochfrequenz-Chirurgiegerät-Elektrotom	3
3.2. Elektrode und Modellversuche zur Auswahl des Koagulationskopfes und des CO ₂ -Gasinsufflationsdruckes	6
3.3. Ulcer-maker	8
3.4. Ansaugen und Abschneiden	9
3.5. Koagulationsobjekte	10
3.5.1. Katzen	10
3.5.2. Hunde	16
3.6. Makroskopische Untersuchungen	16
3.7. Mikroskopische Untersuchungen	17
4. <u>Ergebnisse</u>	18
4.1. Akute tierexperimentelle Versuche. Standardisierte, artificiell gesetzte und reproduzierbare Läsionen im Magen bei Hunden und Katzen	18
4.2. Akute tierexperimentelle Versuche. Elektrokoagulation von artificiell gesetzten, blutenden Ulcera im Magen bei Katzen	21
4.3. Akute tierexperimentelle Versuche. Elektrokoagulation von artificiell gesetzten, blutenden Ulcera im Magen bei Hunden	41
5. <u>Diskussion</u>	51
5.1. Methoden der endoskopischen Blutstillung	51

	Seite
5.1.1. Medikamentöse Methoden	51
5.1.2. Mechanische Methoden	52
5.1.3. Laserkoagulation im Gastrointestinaltrakt	53
5.2. Elektrokoagulationssystem	54
5.3. Elektrokoagulationen an der Magenschleimhaut von Hunden und Katzen im akuten Versuch	60
6. <u>Zusammenfassung</u>	68
7. <u>Literatur</u>	

1. E i n l e i t u n g

Die Diagnostik von Blutungen im Gastrointestinaltrakt stellt für die moderne Endoskopie kein Problem mehr dar. Bei akuten und chronischen Blutungen kann die Blutungsquelle in über 90% aller Fälle lokalisiert und identifiziert werden (27). Der Endoskopiker ist deshalb heute bemüht, insbesondere dem Patienten mit erhöhtem Operationsrisiko eine chirurgische Blutstillung zu ersparen, das heißt im Anschluß an die endoskopische Diagnostik in gleicher Sitzung die Blutung zu stillen.

Grundsätzlich stehen dazu medikamentöse (Sklerosierung 12, 40, selektive Thrombosierung 32, Vasokonstriktion 1, 9), mechanische (Ballonsonden 18, arterielle Embolisation 32, Spülungen mit Eiswasser 8, 10, Haemo-Clip 18) und thermische Methoden zur Verfügung. Unter diesen sind die Laserlichtkoagulation (6, 14, 17, 18, 26, 35) und - als Thema dieser Arbeit - die Elektrokoagulation einzuordnen.

2. F r a g e s t e l l u n g

Seit Jahrzehnten findet die Hochfrequenzdiathermie Anwendung in der Elektrochirurgie. Mit dem technischen Fortschritt (Kaltlichtquellen, moderne Fiberskope, technische Miniaturisierung) hat sie auch Bedeutung bei der operativen Endoskopie erlangt (4,13,19,24,25,39) und ist bei Blutungen im Gastrointestinaltrakt in Notfällen bereits eingesetzt worden (28, 36). Dies rechtfertigt es, nach Bedeutung sowie Grenzen und Risiken der Blutstillung durch Elektrokoagulation zu fragen.

Aufbauend auf die Versuchsergebnisse von H.Schaefer (34) war es Ziel dieser Arbeit, Blutungen aus standardisierten, künstlich gesetzten Schleimhautläsionen an der Magenwand von heparinisierten Katzen und Hunden in akuten Versuchen

a.) mit Koagulationsstrom ohne CO₂-Gasinsufflation
b.) mit Koagulationsstrom mit CO₂-Gasinsufflation zu stillen. Dabei sollten durch geeignete Wahl und Kombination der Stromstärken, der Expositionsdauer und insbesondere der technischen Ausführung

1. ohne Überschreitung des therapeutischen Bereichs eine dauerhafte Blutstillung erreicht und
2. Perforationen vermieden werden.

3. M e t h o d i k

3.1. Hochfrequenz-Chirurgiegerät-Elektrotom

Für unsere Untersuchungen verwendeten wir das Hochfrequenz-Chirurgiegerät Elektrotom 170 RF mit einer Leistung bis zu 170 Watt der Firma Martin aus Tuttlingen (25). Es sei kurz auf das Prinzip der Elektrokoagulation und des Hochfrequenzgerätes - ein kombinierter Röhren- und Funkenstreckengenerator - eingegangen.

Von einer großflächigen "Neutralelektrode" wird ein hochfrequenter Strom über den Patientenkörper zu einer kleinflächigen "Aktivelektrode" geleitet. Dabei entsteht im engeren Bezirk der Aktivelektrode eine Zone relativ hoher Stromdichte, die bei Überschreitung gewisser Mindestwerte (A/qmm) die zur Koagulation oder zum Schneiden erforderliche Gewebeerwärmung bewirkt.

In der schematischen Darstellung (Abb. 1) ist das Prinzip der Hochfrequenzchirurgie zu erkennen.

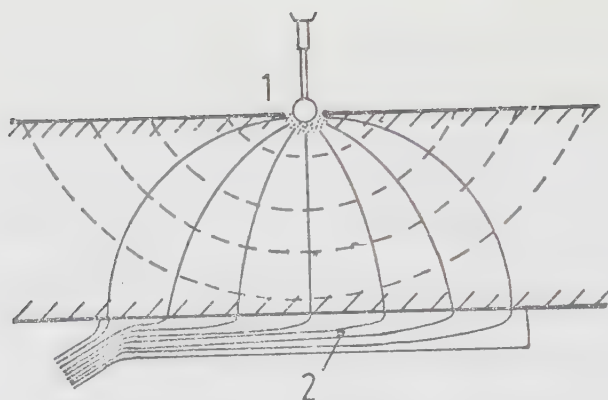


Abb. 1 : Prinzip des Hochfrequenzgerätes mit schematischer Verteilung der Stromdichte zwischen Aktivelektrode (1) und Neutralelektrode (2)

Zum Schneiden verwendeten wir sinusförmigen Wechselstrom (Abb. 2) eines Röhrengenerators, dessen Leerlaufspannung zwischen 500 und 700 V beträgt. Beim Fortbewegen der Elektrode, dem "sog. Schneiden" entsteht an der Elektrode eine so hohe Stromdichte, daß die Zellflüssigkeit spontan verdampft und die Zellmembran explodiert; es entsteht der "glatte Schnitt" ohne tiefgehende Koagulation, da der Stromdurchgang durch die ausgetrockneten Zellreste stark reduziert wird.

Beim Koagulieren arbeitet man mit hochfrequentem Wechselstrom, der sich in Form einer "gedämpften Welle" darstellen läßt (Abb. 3). Der Wechselstrom

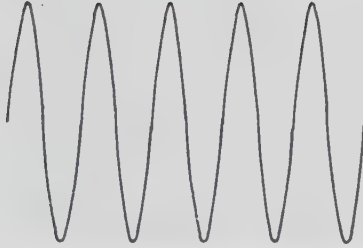


Abb. 2 : Schematische Darstellung sinusförmigen Wechselstroms (=Schneidstrom)

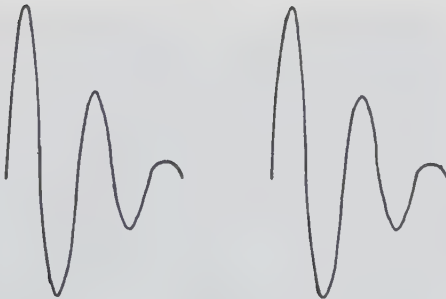


Abb. 3 : Schematische Darstellung gedämpften Wechselstromes (=Koagulationsstrom)

wird dabei dem Funkenstreckengenerator entnommen, dessen Leerlaufspannung bis 4000 V beträgt. Diese hohe Spannung ist in der Lage, auch ausgetrocknete Zellschichten zu durchschlagen und den Strom in tiefere Schichten fließen zu lassen, so daß z.B. eine Blutstillung kapillärer Gefäße erzielt werden kann.

Werden Röhrenstrom und Funkenstreckenstrom durch Zusammenschalten beider Generatoren einander überlagert, so erhält man den sog. Mischstrom. Beim Mischstrom addieren sich die elektrischen Spannungen und Leistungen beider Stromarten. Je nach Mischungsverhältnis kann die gewünschte Stromqualität erzielt werden (25,37,41).

3.2. Elektrode und Modellversuche zur Auswahl des Koagulationskopfes und des CO₂-Gasinsufflationsdruckes

Zur Stromapplikation wurde eine flexible, über den Instrumentierkanal eines jeden Endoskopes einführbare Knopfelektrode verwendet.

Uns standen Koagulationsköpfe mit einfacher zentraler Bohrung und solche mit Dreiloch-Bohrung zur Verfügung, die sich zur Absaugung oder Insufflation eignen. Um die Auswahl unter den möglichen Koagulationsköpfen zu treffen und zugleich den "optimalen"

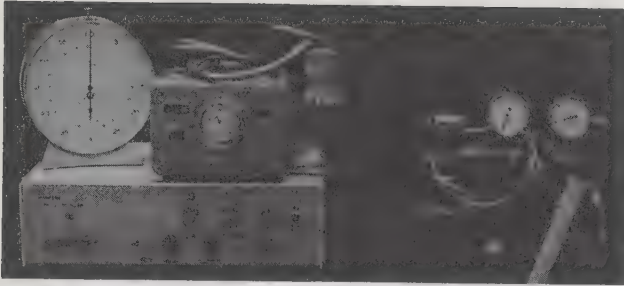


Abb. 4 : Elektrotom 170 RF (Firma Martin)
Unterdruckgerät mit Absaug- und Spül-
vorrichtung, Stoppuhr, CO₂-Gasbehälter
mit Druckanzeigen

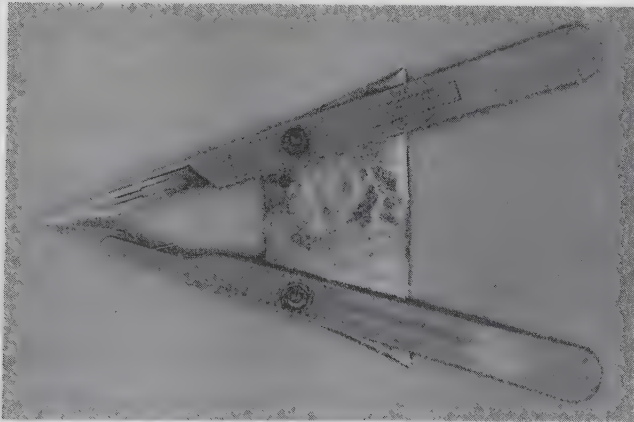


Abb. 5 : "Gekreuzte Klingen" zur Erzeugung
standardisierter Läsionen

Druck der Insufflation von CO_2 Gas festzustellen, wurden Modellversuche mit H_2O durchgeführt. In Schälchen, gefüllt mit H_2O verschiedener Füllhöhe von 1 mm bis 4 mm wurde die Möglichkeit, eine ausreichend "trockene" große und übersichtliche Koagulationsfläche zu erzeugen, getestet (Abb. 6,7, 8,9). Die weiteren Versuche wurden mit den dreiloch-gebohrten Koagulationsköpfen mit einem Durchmesser von 2,3 mm und einem Insufflationsdruck von 1,4 bis 1,6 kg/cm^2 ausgeführt.

3.3. Ulcer-maker

In Vorversuchen wurden mit der "Multipurpose Suction Biopsy Tube, Modell 8,1 mm" der Firma Quinton Instruments, 2121 Terry Ave, Seattle, Washington, in der beschreibenden Literatur "Ulcer-maker" genannt, Läsionen gesetzt (30, 31). Bei diesem sog. Ulcer-maker soll ein Unterdruck ein Gewebestückchen, das in die sog. "Metallkapsel" hineingesaugt wird solange festhalten bis man mit einem in der Kapsel verschieblichen, zylindrischen, hohlgeschliffenen Messer mittels eines Zugdrahtes von außen die Kapselöffnung von innen verschließt, und dabei das hineingezogene Gewebestück abschneidet.

Mit dem Ulcer-maker ließen sich keine reproduzierbaren Läsionen setzen (siehe Seite 55). Deshalb wurden alle weiteren Versuche mit den "gekreuzten

Klingen" nach der unter 3.4. beschriebenen Methode durchgeführt.

3.4. Ansaugen und Abschneiden

Die Schleimhautpartikel wurden durch ein Plastikröhrchen mit einem Durchmesser von 2,7 mm angesaugt, das über einen Gummischlauch mit einer Saugpumpe verbunden war. Wir setzten Läsionen verschiedener Größe und Tiefe, indem wir den Unterdruck zum Ansaugen der Schleimhautpartikel zwischen 50 und 300 mmHg variierten. Die Öffnung des Saugröhrchens wurde plan auf die Schleimhautoberfläche aufgesetzt und das darunterliegende Schleimhautareal in das Röhrchen hineingesogen. Bei einem Unterdruck von 200 mm Hg konnte die Schleimhaut ohne Zusammenbrechen des Unterdrucks etwas angehoben werden. Unmittelbar unterhalb der Saugröhrchenöffnung und im rechten Winkel dazu wurde sodann mit Hilfe der "gekreuzten Klingen" der angesaugte, kreisrunde Schleimhautpartikel durch eine ruckartige Bewegung abgeschnitten. Diese "gekreuzten Klingen" bestehen aus zwei Skalpellen, starr an den Griffen miteinander verbunden, deren geschärfte Klingenseiten sich gegenüberstehen und an den Spitzen berühren bzw. sich minimal überlappen. Die Klingen müssen nach 3 bis 5 Schneidvorgängen durch neue ersetzt werden, da sie sehr schnell stumpf werden und dann ein exaktes Abtrennen der

Schleimhautpartikel nicht mehr möglich ist
(vgl. Abb. 5).

3.5. Koagulationsobjekte

3.5.1. Katzen: In akuten Tierversuchen verwendeten wir 15 Katzen mit einem Gewicht zwischen 1,5 und 2,6 kg. Die Katzen wurden mit Äthylbarbitursäure (Nembutal^R, 30 mg/kg/KG; i.p.) narkotisiert und anschließend der Magen nach Längsschnittinzision in der Linea alba freigelegt. Der Magen wurde, beginnend etwa 1 cm unterhalb der Cardia, im gefäßarmen Bereich zwischen großer und kleiner Kurvatur, eröffnet und präpariert. Unmittelbar vor Setzen der Läsionen und darauffolgender Koagulation wurden alle Tiere heparinisiert, um ausreichende Blutungen zu erhalten. Bei der Heparinisierung (Liquemin^R) gingen wir von 1000 Einheiten/kg/KG aus, das unmittelbar vor den Koagulationsversuchen in die Vena femoralis bzw. Vena cava inferior verabreicht wurden (Abb. 10).

Wir versuchten zunächst bei einer Katze ohne CO₂ Gasinsufflation, später mit Gasinsufflation die anfänglich sehr stark, im Verlauf immer weniger blutenden, artifiziell gesetzten Läsionen zu stillen. Um die Stärke der einzelnen Blutungen bei allen weiteren Versuchen annäherungsweise beurteilen zu

können, wurden an der Magenwand einer Katze 11 Läsionen gesetzt und das Blut jeweils über die erste Minute abgesaugt und die Blutungsstellen anschließend koaguliert. Die aufgefangenen Blutmengen lagen zwischen 0,1 und 1,1 ml pro Minute (Tabelle 1).

Läsion	Unterdruck (mm Hg)	Lokalisation	Blutmenge ml/min
1.	200	Fundus	1,1
2.	200	Corpus	0,8
3.	"	"	0,8
4.	"	"	0,5
5.	"	"	0,4
6.	"	"	0,3
7.	"	"	0,4
8.	"	"	0,3
9.	"	"	0,2
10.	"	"	0,1
11.	"	"	0,2

Tabelle 1 : Abgesaugte Blutmengen über die erste Minute nach Setzen der Läsionen
(akuter Versuch: Katze, Magen)

Aufgrund dieser Voruntersuchung betrachten wir Blutungen nach dem optischen Eindruck mit Blutungsstärken , die etwa Blutmengen bis 0,3 ml/min ent-

sprechen als schwach,

Blutungsstärken, die etwa Blutmengen bis 0,6 ml/min entsprechen als mittelstark und

Blutungsstärken, die etwa Blutmengen von 0,7 ml/min oder darüber entsprechen als stark.

Bei den ersten Versuchstieren - sowohl bei den Katzen wie bei Hunden - wurden jeweils am Schluß der Koagulationssitzungen nach unserer Methode Läsionen gesetzt, die nicht koaguliert wurden. Diese wurden histologisch untersucht, um die Vergleichbarkeit nach Tiefe und Durchmesser und die Reproduzierbarkeit der künstlich gesetzten Läsionen an der Magenschleimhaut festzustellen.

Bei den Koagulationsversuchen verwendeten wir, entsprechend früherer Erfahrungen (34), Koagulationsstrom der Stromleistungsstufen 8, 9 und 10; die Expositions-dauer wurde durch die Blutstillung begrenzt (Tab. 2), bzw. durfte wegen der primären oder sekundären Perforationsgefahr 20 sec nicht überschreiten.

Wegen der Blutfülle konnte der Schleimhautdefekt zunächst nicht genau lokalisiert und koaguliert werden. Erst mittels kurzzeitiger CO₂ Gas-Insufflation durch die dreiloch-gebohrte Knopfsonde noch vor der Koagulation ließ sich die Blutungsquelle

1. genau auffinden, und

2. der für die Elektrokoagulation ausersehene engbegrenzte Bezirk von Blut weitgehend freihalten.

Sodann wurde entlang des Kraterrandes, dem Ort intensivster Blutung, mit der Koagulation unter stetiger Gasinsufflation von $1,4 \text{ kg/cm}^2$ begonnen. Mit mehrmaligen kurzzeitigen Kontakten von höchstens 0,6 bis 0,8 sec bzw. maximal 1 sec Dauer wurden die Randblutung gestillt und die Krater-ränder verschorft. Erst dann wurde der Vorgang am Grund des Kraters in der gleichen Weise fortgesetzt, wobei hier die Expositionsdauer 0,7 sec nicht überschritt.

Magen	Stufe	Exposition (sec)
	8	bis zur Blut-
	9	stillung mit
		fraktionierter
	10	Koagulations-
		technik

Tabelle 2: Elektrokoagulationen im Magen von Katzen und Hunden in akuten Versuchen



Abb. 6 : Modell: CO_2 -Gasinsufflation ($1,6 \text{ kg/cm}^2$)
durch einloch-gebohrte Knopfsonde (zentrale
Öffnung). Bei Annäherung flüssigkeitsfreie
Koagulationszone



Abb. 7 : Modell: CO_2 -Gasinsufflation ($1,6 \text{ kg/cm}^2$)
durch einloch-gebohrte Knopfsonde. Bei Kon-
takt mit Unterlage wird Koagulationskopf
wieder allseitig umflossen

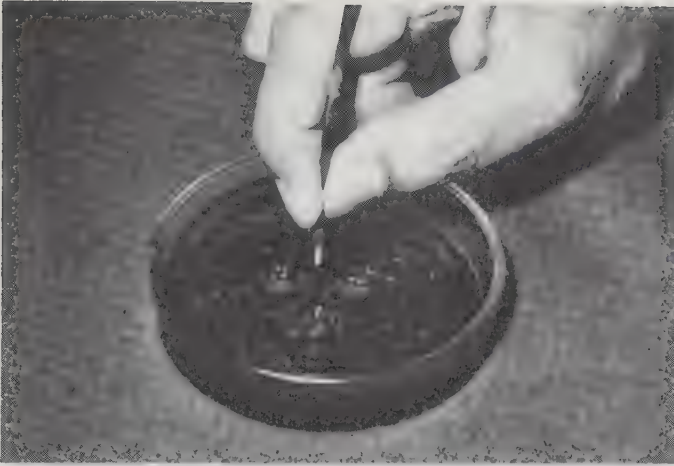


Abb. 8 : Modell : CO_2 -Gasinsufflation ($1,6 \text{ kg/cm}^2$) durch dreiloch-gebohrte Knopfsonde (seitl. Bohrungen). Bei Annäherung drei flüssigkeitsfreie Ovale im Umfeld der vorgesehenen Koagulationszone



Abb. 9 : Modell : CO_2 -Gasinsufflation ($1,6 \text{ kg/cm}^2$) durch dreiloch-gebohrte Knopfsonde. Bei Kontakt mit Unterlage bleibt Zone um den Koagulationskopf flüssigkeitsfrei

3.5.2. Hunde: Weitere Koagulationsversuche wurden an 2 Hunden mit einem Gewicht von 14 und 16 kg durchgeführt, die mit Trapanal^R i.v. (Dosierung nach Wirkung, 25-40 mg/kg/KG) narkotisiert worden waren.

In der gleichen Weise wie bei den Katzen wurde der Magen eröffnet und die artifiziellen Schleimhautblutungen mit den gleichen Stromstärken 8, 9 und 10 unter ständiger CO₂-Gasinsufflation bis zum Blutungsstillstand koaguliert (siehe Tabelle 2).

Alle Tiere, Katzen und Hunde, wurden etwa 60 Minuten nach Abschluß des operativen Eingriffs getötet, die Koagulationsstellen vermessen, fixiert und in Serienschnitten histologisch untersucht. Als Parameter dienten der Durchmesser der Koagulationsstellen, die Art der Läsionen (Erosion, Ulcus, Perforation), sowie die Eindringtiefe der Stromwirkung (distale Reaktionsstelle).

3.6. Makroskopische Untersuchungen

Bei beiden Versuchsreihen wurden die Blutungen unmittelbar nach Setzen der Läsion nach der Blutfülle annäherungsweise in drei Gruppen unterteilt, die Zeit bis zum Blutungsstillstand durch Elektrokoagulation mittels Stoppuhr gemessen, sowie die erzielten Koagulationseffekte auf der Schleimhaut

des Magens an repräsentativen Präparaten zum Teil unmittelbar nach Versuchsabschluß, zum Teil im fixierten Zustand photographisch festgehalten.

3.7. Mikroskopische Untersuchungen

Alle makroskopisch sichtbaren Effekte wurden in Zenker'schem Formol (Helly'sche Flüssigkeit) fixiert. Von den Katzen wurden sieben, von den Hunden neun nach dem vorher beschriebenen Verfahren an der Magenschleimhaut gesetzte Läsionen ohne nachfolgende Koagulation histologisch beurteilt. Von den Koagulationspräparaten wurden lupenmikroskopisch 39 auswertbare Präparate herausgegriffen und nach Färbung histologisch untersucht.

4. E r g e b n i s s e

4.1. Akute tierexperimentelle Versuche

Standardisierte, artifiziell gesetzte und reproduzierbare Läsionen im Magen bei Hunden und Katzen.

Die Schleimhautpartikel mit den artifiziell gesetzten Läsionen, die ohne Koagulation histologisch untersucht worden waren, zeigten bei Hunden und Katzen ein übereinstimmendes Bild bezüglich der Art und der Tiefe der Läsion. Es handelte sich dabei jeweils um Ulcera, welche bis auf eine Ausnahme die Mucosa durchbrochen hatten und die Muscularis propria gerade berührten (Tabelle 3, 4). Wichtig ist, daß die, nach unserer standardisierten Methode gesetzten Ulcera in keinem Fall in tiefere Schichten der Muscularis propria oder gar in die Serosa vorgedrungen waren. Der Durchmesser der Läsionen lag zwischen 5 und 6 mm.

Die Abbildungen 11 und 16 demonstrieren im Bild, daß mit den "gekreuzten Klingen" flächenmäßig gut vergleichbare Gewebedefekte erzielt wurden.

Unterdruck (mm Hg)	Lokalisation	Läsion (Ø mm)	Art der Läsion	Eindring- tiefe der Läsion
200	Corpus	5,5	Ulcus	bis auf obere Mus- cularis propria
200	Corpus	5	Ulcus	"
200	Fundus	5,5	"	"
200	Corpus	6	"	"
200	"	6	"	"
200	"	5,5	"	"
200	"	5,5	"	"

Tabelle 3 : Artifiziell gesetzte, standardisierte
Läsionen ohne Koagulation
(akuter Versuch : Katze, Magen)

Unterdruck (mm Hg)	Lokalisation	Läsion (Ø mm)	Art der Läsion	Eindringtiefe der Läsion
200	Fundus	5,5	Ulcus	bis auf obere Musc. propria
200	"	6	"	"
200	Corpus	5,5	"	"
200	"	5,5	"	Submucosa
200	"	5	"	bis auf obere Musc. propria
200	"	5,5	"	"
200	"	6	nicht auswertbar	
200	"	6	Ulcus	bis auf obere Musc. propria
200	"	5,5	"	"

Tabelle 4 : Artifiziell gesetzte, standardisierte
Läsionen ohne Koagulation
(akuter Versuch : Hund, Magen)

4.2. Akute tierexperimentelle Versuche

Elektrokoagulation von artifiziell gesetzten,
blutenden Ulcera im Magen bei Katzen

Die an der blutenden Schleimhaut des Magens durchgeführten Elektrokoagulationen im akuten Versuch an 15 heparinisierten Katzen sollten über die Möglichkeit einer dauerhaften Blutstillung informieren.

Bei 3 Katzen kam es bereits nach 4 bis 5 relativ gering blutenden Läsionen mit nachfolgender Koagulation zu keinen Blutungen aus neuerdings gesetzten Läsionen mehr. Auch eine erneute Gabe von weiteren 1000 Einheiten/kg/KG führte in diesen Fällen zu keinem Erfolg. Aus diesen Gründen konnten diese Versuche nicht als reproduzierbar gelten und wurden deshalb verworfen.

Die Koagulationsversuche von Blutungen nach artifiziell gesetzten Läsionen waren zunächst ohne gleichzeitige Gasinsufflation wenig erfolgreich, nur schwache Sickerblutungen und eine mittelstarke Blutung konnten beherrscht werden (Tabelle 5). Bei den starken Hämorrhagien war die Blutungsquelle wegen der Blutfülle nicht genau lokalisierbar. Das Blut wurde bei Eintauchen des Koagulationskopfes in den Blutsee thermisch zersetzt und Blutkoagel hafteten sofort am Koagulationskopf, die ein weiteres effektives Koagulieren mit diesem verunreinigten Kopf

nicht zuließen. Blutkoagel und darunterliegendes verschorftes Epithel verschmolzen unter der Stromwirkung zu einer schwarzen Kruste, die beim Abheben des Kopfes häufig abgerissen wurde und damit zu einer erneuten Blutung führte.

Eine wirkungsvolle und dauerhafte Blutstillung war erst durch eine gleichzeitige CO_2 -Gasinsufflation möglich mit einem Druck von $1,4 \text{ kg/cm}^2$ bzw. bei sehr starken Blutungen von $1,6 \text{ kg/cm}^2$ (Tab. 6,7,8). Mit dem Gasstrom konnte die exakte Blutungsquelle in den Schleimhautfältelungen des Magens gefunden werden.

Zugleich wurde die für die Koagulation vorgesehene Stelle blutfrei geblasen und damit der blutstillenden Elektrokoagulation zugänglich gemacht (Abb. 8, 9).

Das erste Kriterium unserer Beurteilung war makroskopisch das Sistieren der Blutung. Von 51 Koagulationsversuchen mit der Leistungsstufe 8, 47 Koagulationsversuchen mit der Leistungsstufe 9 und 62 Koagulationsversuchen mit der Leistungsstufe 10 an schwachen, mittelstarken und stark blutenden Läsionen konnten alle mit der oben beschriebenen Methode dauerhaft gestillt werden, wenngleich bei einigen wenigen, besonders starken Blutungen bereits makroskopisch zu erkennen war, daß dringende Gefahr einer Perforation bestand, und damit die Expositionsdauer

therapeutische Grenzen sicher überschritten hatte (Tabelle 12). Dabei dürfte zur Blutstillung die Expositionsdauer von insgesamt 9 Sekunden am Rand des Kraters und 6 Sekunden am Grund bei fraktionierter Koagulationstechnik einen akzeptablen, daß heißt im therapeutischen Bereich liegenden Wert darstellen, der allerdings nicht wesentlich nach oben zu überschreiten ist, da sonst primäre oder sekundäre Perforationsgefahr gegeben ist (vgl. S. 62).

Von 11 starken Blutungen, die mit Leistungsstufe 8 angegangen wurden, konnten nur 4 Blutungen bei einer Expositionsdauer bis maximal 9 Sekunden am Rand und 6 Sekunden am Grund des Kraters gestillt werden. Bei den mittelstarken und schwachen Blutungen wurden von den schwachen alle, von 19 mittelstark blutenden Läsionen 16 gestillt bei einer Exposition bis maximal 9 Sekunden am Rand und 6 Sekunden am Grund des Kraters, wobei die Applikationstechnik auf Seite 13 beschrieben ist (Tabelle 6; S.30; Abb. 12, 13, 14).

Von den 13 starken Blutungen, die mit Leistungsstufe 9 angegangen wurden, konnten 7 Blutungen bei einer Expositionsdauer bis maximal 9 Sekunden am Rand und 6 Sekunden am Grund des Kraters gestillt werden. Bei den mittelstarken und schwachen Blutungen wurden von den schwachen alle, von 23 mittelstark blutenden

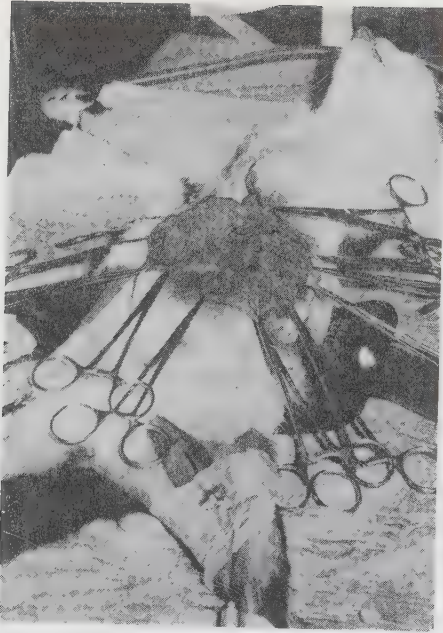


Abb. 10 :
Operationspräparat,
eröffneter Katzenmagen
mit koagulierten
Läsionen v.l.n.r. :
Leistungsstufe 10,9,8
Präparation der Vena
femorals zur Heparin-
Applikation



Abb. 11 : Standardisierte Läsionen, bei einem Ansaug-
druck von 200 mm Hg mit den "gekreuzten
Klingen" artifiziell gesetzt (akuter Ver-
such : Katze, Corpus ventriculi)

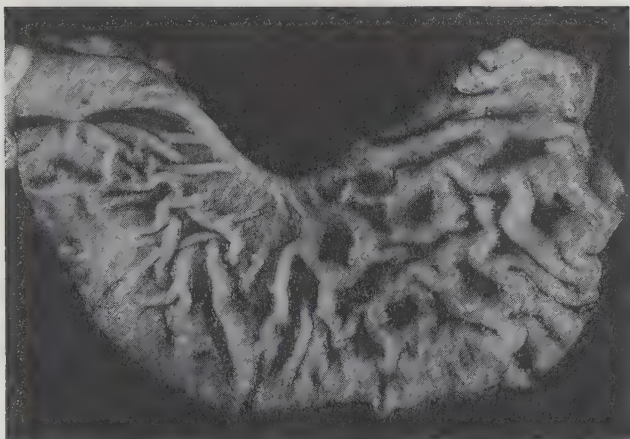


Abb. 12 : Koagulationseffekte artifiziell gesetzter, blutender Läsionen; v.l.n.r. : Leistungsstufen 8,9,10. Zentrale Verschorfung mit ödematöser Randzone (akuter Versuch: Katze, Corpus ventriculi)



Abb. 13 : Koagulationseffekte artifiziell gesetzter, blutender Läsionen; v.l.n.r. : Leistungsstufe 8,9,10. Zentrale Verschorfung mit ödematöser Randzone (akuter Versuch: Katze, Corpus ventriculi)

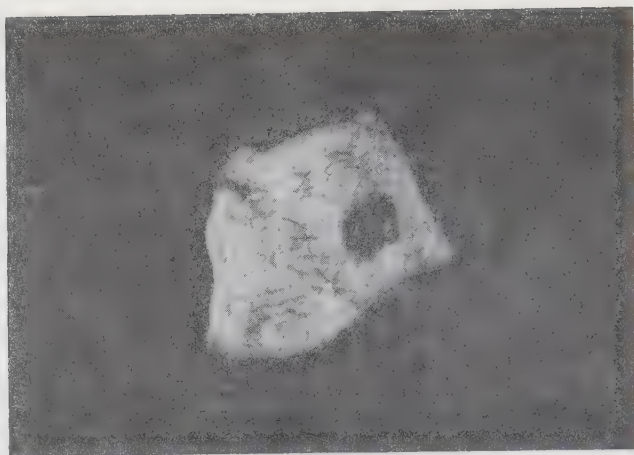


Abb. 14 : Koagulation einer artifiziell gesetzten, blut. Läsion mit Leistungsstufe 8, Koagulationsstrom, 200 mm Hg Ansaugdruck, CO₂-Gasinsufflation von 1,4 kg/cm² (akuter Versuch: Katze, Corpus ventriculi)

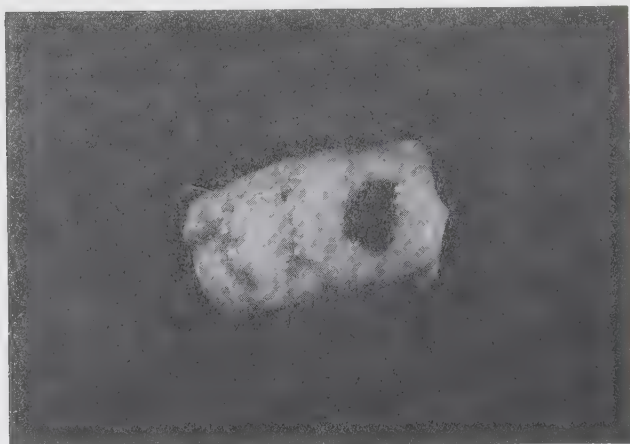


Abb. 15 : Koagulation einer artifiziell gesetzten, blut. Läsion mit Leistungsstufe 9, Koagulationsstrom, 200 mm Hg Ansaugdruck, CO₂-Gasinsufflation von 1,4 kg/cm² (akuter Versuch: Katze, Corpus ventriculi)

Läsionen 19 gestillt, bei einer Expositionsdauer bis maximal 9 Sekunden am Rand und 6 Sekunden am Grund des Kraters (Tabelle 7; Abb. 12, 13, 15).

Starke Blutungen waren eigentlich nur mit Leistungsstufe 10 zu beherrschen. Hierbei konnten von 31 starken Blutungen 24 bei einer Expositions-
dauer bis maximal 9 Sekunden am Rand und 6 Sekunden am Grund des Kraters dauerhaft gestillt werden. Bei den mittelstarken und schwachen Blutungen wurden von den schwachen alle, von den 24 mittelstarken Blutungen 21 bei einer Expositions-
dauer von maximal insgesamt 9 Sekunden am Rand und 6 Sekunden am Grund des Kraters dauerhaft gestillt (Tabelle 8; Abb. 12, 13).

Blutstillungszeit (sec) bei starken Blutungen

	Ulcusrand	Ulcusgrund
1.	12	8
2.	10	7
3.	13	10
4.	9	9

Blutstillungszeit (sec) bei mittelstarken Blutungen

1.	10	8
2.	9	6
3.	12	7
4.	11	7

Blutstillungszeit (sec) bei schwachen Blutungen

1.	6	6
2.	7	5
3.	3	2
4.	5	2

Tabelle 5 : Blutstillungszeiten bei Elektrokoagulation mit Leistungsstufe 10, fraktionierter Koagulationstechnik, ohne CO₂-Gasinsufflation
(akuter Versuch: Katze , Magen)

Alle schwachen Blutungen und die mittelstarke Blutung Nr. 2 konnten mit Koagulationsstrom innerhalb der "therapeutisch vertretbaren" Expositionsdauer von 9 Sec. am Rand und 6 Sec. am Grund des Ulcus gestillt werden (vgl. S. 62 f).

Blutstillungszeit (sec) bei starken Blutungen

	Ulcusrand	Ulcusgrund
1.	8	3
2.	13	3
3.	7	3
4.	6	3
5.	9	7
6.	10	7
7.	11	7
8.	12	6
9.	10	8
10.	13	8
11.	6	4

Blutstillungszeit (sec) bei mittelstarken Blutungen

1.	7	2
2.	10	5
3.	11	6
4.	10	7
5.	9	2
6.	7	4
7.	6	3
8.	9	5
9.	6	4
10.	6	3
11.	6	2
12.	6	2
13.	6	3
14.	7	3
15.	6	3
16.	6	3
17.	6	3
18.	6	4
19.	6	2

Blutstillungszeit (sec) bei schwachen Blutungen

	Ulcusrand	Ulcusgrund
1.	5	2
2.	5	2
3.	7	3
4.	4	2
5.	5	2
6.	4	2
7.	4	2
8.	5	2
9.	6	2
10.	6	2
11.	6	2
12.	7	2
13.	6	3
14.	4	1
15.	4	1
16.	5	2
17.	4	1
18.	4	1
19.	4	1
20.	5	2
21.	5	2

Tabelle 6 : Blutstillungszeiten bei Elektro-
koagulation mit Leistungsstufe 8,
einem CO₂-Gasinsufflationsdruck von
1,4 - 1,6 kg/cm² und fraktionierter
Koagulationstechnik
(akuter Versuch : Katze, Magen)

Blutstillungszeit (sec) bei starken Blutungen

	Ulcusrand	Ulcusgrund
1.	8	2
2.	9	6
3.	10	6
4.	9	9
5.	9	6
6.	7	3
7.	7	3
8.	7	4
9.	10	7
10.	12	6
11.	9	7
12.	8	6
13.	10	8

Blutstillungszeit (sec) bei mittelstarken Blutungen

1.	7	2
2.	5	2
3.	5	3
4.	8	8
5.	8	2
6.	10	6
7.	6	2
8.	5	3
9.	5	3
10.	6	2
11.	9	7
12.	6	2
13.	7	2
14.	6	2
15.	5	2
16.	6	2
17.	6	1
18.	6	3

	Ulcusrand	Ulcusgrund
19.	5	3
20.	6	3
21.	6	2
22.	8	5
23.	9	7

Blutstillungszeit (sec) bei schwachen Blutungen

1.	5	2
2.	4	1
3.	5	2
4.	4	2
5.	4	1
6.	4	2
7.	4	2
8.	4	1
9.	4	1
10.	4	2
11.	5	1

Tabelle 7 : Blutstillungszeiten bei Elektro-
koagulation mit Leistungsstufe 9,
einem CO₂-Gasinsufflationsdruck von
1,4 - 1,6 kg/cm² und fraktionierter
Koagulationstechnik
(akuter Versuch : Katze, Magen)

Blutstillungszeit (sec) bei starken Blutungen

	Ulcusrand	Ulcusgrund
1.	8	4
2.	13	15
3.	8	2
4.	7	2
5.	9	11
6.	9	6
7.	8	7
8.	10	10
9.	7	5
10.	5	3
11.	12	10
12.	5	2
13.	10	9
14.	5	3
15.	5	2
16.	8	4
17.	7	3
18.	12	8
19.	8	4
20.	9	7
21.	8	6
22.	9	5
23.	7	7
24.	8	5
25.	8	5
26.	6	6
27.	9	6
28.	9	6
29.	6	5
30.	8	5
31.	9	5

Blutstillungszeit (sec) bei mittelstarken Blutungen

	Ulcusrand	Ulcusgrund
1.	5	2
2.	6	1
3.	10	4
4.	9	3
5.	7	2
6.	10	3
7.	6	2
8.	7	2
9.	7	3
10.	6	3
11.	5	2
12.	5	2
13.	6	2
14.	7	2
15.	6	3
16.	6	2
17.	6	3
18.	7	3
19.	5	2
20.	6	2
21.	4	2
22.	9	7
23.	7	3
24.	6	2

Blutstillungszeit (sec) bei schwachen Blutungen

	Ulcusrand	Ulcusgrund
1.	6	1
2.	5	2
3.	5	2
4.	5	1
5.	3	2
6.	5	1
7.	4	1

Tabelle 8 : Blutstillungszeiten bei Elektrokoagulation mit Leistungsstufe 10, einem CO₂-Gasinsufflationsdruck von 1,4 - 1,6 kg/cm² und fraktionierter Koagulationstechnik
(akuter Versuch: Katze, Magen)

Ein weiteres Kriterium unserer Beurteilung war die histologische Auswertung der koagulierten blutenden Läsionen bezüglich der Art und Tiefe der Gewebereaktionen. Dazu wurden von allen Tieren von den Leistungsstufen 8, 9 und 10 randomisierte Präparate, die mit einer maximalen Stromapplikationsdauer von insgesamt 9 Sekunden am Ulcusrand und 6 Sekunden am Ulcusgrund gestillt worden waren, histologisch untersucht. Bei den von uns koagulierten und histologisch ausgewerteten Läsionen war die Folge der

Koagulation ein Ulcus, mit einer einzigen Ausnahme, einer tiefen Erosion (Tabelle 9,10,11). Bei Leistungsstufe 10 war am Ulcusgrund mikroskopisch eine starke Schorfbildung zu sehen und die Ulcusränder waren oftmals blutig unterminiert (Tabelle 11); in geringerer Ausbildung traf dies auch bei Stufe 9 und 8 zu (Tabelle 9,10). Bei Leistungsstufe 10 ließen sich etwas tiefergehende Gewebereaktionen, die meist das mittlere Drittel der Muscularis propria betrafen, erkennen (Tabelle 11), während bei Stufe 8 sich diese Reaktionen mehr auf obere Schichten der Muscularis beschränkten (Tabelle 9).

Zusätzlich wurden weitere Präparate mit der längsten Stromapplikation bis zur Blutstillung ausgewertet. Die Histologie ergab tiefe Ulcera mit extremer Schorfbildung, und die distale Reaktionsstelle lag in den äußersten Schichten der Muscularis propria bzw. Serosa, wobei das Peritoneum in allen Fällen Entzündungszeichen aufwies (Tabelle 12).

Stromqual.	Leistung (Stufe)	Koagulation Elektr.kopf (ϕ mm)	Lokalisation Epith.Läsion (ϕ mm)	Art der Läsion	distale Reaktionsstelle
II	8	2,3	Corpus	6 Ulcus	ob.Schichten der Muscularis propria
II	8	2,3	Corpus	7 Ulcus	äuss.Schichten der Muscularis propria (min.lok.Peritonitis)
II	8	2,3	Corpus	6 Ulcus (Schorf)	mittl.Schichten der Musc. propria
II	8	2,3	Corpus	7 Ulcus (Schorf)	ob.Schichten der Musc.propria (min. lok. Peritonitis)
II	8	2,3	Corpus	7 Ulcus (Schorf)	ob.Schichten der Muscularis propria
II	8	2,3	Corpus	7 Ulcus (wenig Schorf)	ob.Schichten der Musc.propria (min. lok.serofibrin. Peritonitis)

Tabelle 9 : Art der Läsion und Koagulationseffekte nach Elektrokoagulation blutender, artifiziell gesetzter Läsionen mit Leistungsstufe 8 (akuter Versuch: Katze, Magen)

II = Koagulationsstrom

Stromqual.	Leistung (Stufe)	Lokalisation	Koagulationsfeld Elektr.kopf Epith.Läsion (ϕ mm)	Art der Läsion	distale Reaktions- stelle	
II	9	Corpus	2,3	8	Ulcus	mittl.Schichten d. Musc.propria
II	9	Corpus	2,3	7	Ulcus (Schorf)	ob.Schichten d. Musc.propria (min.serofibrin. Peritonitis)
II	9	Corpus	2,3	7	tiefe Erosion	Submucosa (Hyper- ämie)
II	9	Corpus	2,3	7	Ulcus (Schorf)	ob.Schichten d. Musc. propria
II	9	Corpus	2,3	7	Ulcus	mittl.Schichten d. Musc.propria (serofibrin. Peritonitis)
II	9	Corpus	2,3	8	Ulcus (Schorf, blutig unter- min. Ränder)	mittl.Schichten d. Musc.propria (serofibrin. Peritonitis)

Tabelle 10 : Art der Läsion und Koagulationseffekte nach Elektrokoagulation blutender,
artifizieell gesetzter Läsionen mit Leistungsstufe 9 (akuter Versuch :
Katze, Magen)
II = Koagulationsstrom

Stromqual.	Leistung (Stufe)	Lokalisation	Koagulationsfeld Elektr.kopf Epith.Läsion (Ø mm)	Art der Läsion	distale Reaktions- stelle
II	10	Fundus	2,3	8 Ulcus (viel Schorf, blutig untermin.Ränder)	ob.Schichten d.Musc. propria
II	10	Fundus	2,3	7 tiefes Ulcus	äuss.Schich- ten d.Musc. propria
II	10	Corpus	2,3	8 Ulcus(Schorf, blutig unter- min.Ränder)	mittl.Schich- ten d. Musc. propria
II	10	Corpus	2,3	9 tiefes Ulcus (Schorf, blutig untermin.Ränder)	mittl.Schich- ten d. Musc. propria (min. lok. Peritonitis)
II	10	Corpus	2,3	8 Ulcus (viel Schorf)	ob.Schichten d. Musc.propri. (min.lok.sero- fibrin.Periton.)
II	10	Corpus	2,3	8 Ulcus	mittl.Schichten d.Musc.propria (serofibrin. Peritonitis)

Tabelle 11 : Art der Läsion und Koagulationseffekte nach Elektrokoagulation blutender, artifiziell gesetzter Läsion mit Leistungsstufe 10 (akuter Versuch : Katze, Magen)
II = Koagulationsstrom

Stromqual.	Leistung (Stufe)	Blutstillung (sec)	Koagulationsfeld		Art der Läsion	distale Reaktions- stelle
			Ulcerand/-grund (Ø mm)	Elektr.kopf Epith.Läsion (Ø mm)		
II	10	13	/	15	2,3	15
					tiefes Ulcus subtot.Perfor. (Schorf, blutig untermin.Ränder)	Serosa (Peritonitis)
II	10	12	/	10	2,3	12
					tiefes Ulcus (Schorf, blutig untermin.Ränder)	Serosa (Peritonitis)
II	10	12	/	8	2,3	12
					tiefes Ulcus (Schorf, blutig untermin.Ränder)	äuss.Musc. propria (Peritonitis)

Tabelle 12 : Art der Läsion und Koagulationseffekte nach Elektrokoagulation blutender, artifiziell gesetzter Läsionen mit Leistungsstufe 10 und längster Blutstillungszeit (akuter Versuch: Katze, Magen) II = Koagulationsstrom

4.3. Akute tierexperimentelle Versuche

Elektrokoagulation von artifiziell gesetzten,
blutenden Ulcera im Magen bei Hunden

Die Ergebnisse dieser Versuchsreihe an zwei heparinisierten Hunden ergaben ein mit den Versuchsergebnissen an Katzen übereinstimmendes Bild. Die distale Reaktionsstelle lag meist in der oberen Hälfte der Muscularis propria, als Art der Läsionen fanden sich Ulcera, welche die oberen Schichten der Muscularis propria gerade erreichten (Tabelle 16, 17, 18).

Da im Magen die distale irreversible Zellschädigung im Bereich der äußeren Schichten der Muscularis propria bzw. der Serosa anzusetzen ist, ist bei den meisten histologisch untersuchten Fällen in Analogie zu Laserkoagulationen von Frühmorgen (18) nicht mit einer sekundären Perforation zu rechnen.

Mit Leistungsstufe 10 konnten 2 von 4 starken Hämorrhagien, alle mittelstarken und schwachen Blutungen innerhalb des therapeutischen Bereichs bis insgesamt 9 Sekunden am Kraterrand und 6 Sekunden am Kratergrund bei fraktionierter Koagulationstechnik gestillt werden.

Mit Leistungsstufe 9 konnten 1 von 3 starken Hämorrhagien, 3 von 4 mittelstarken und alle schwachen Blutungen innerhalb des therapeutischen Bereichs gestillt werden (Tabelle 14; Abb. 18).

Eine mit Leistungsstufe 8 angegangene starke Blutung konnte innerhalb des therapeutischen Bereichs nicht gestillt werden, hingegen 2 von 3 mittelstarken und alle schwachen Blutungen (Tabelle 13; Abb. 17).



Abb. 16 : Standardisierte Läsionen ohne Koagulation bei einem Ansaugdruck von 200 mmHg mit den "gekreuzten Klingen" artifiziell gesetzt (akuter Versuch: Hund, Corpus ventriculi)



Abb. 17 : Koagulationen artifiziell gesetzter, blutender Läsionen mit Leistungsstufe 8, Koagulationsstrom, 200 mmHg Ansaugdruck, CO₂-Gasinsufflation von 1,4 kg/cm² (akuter Versuch: Hund, Corpus ventriculi)

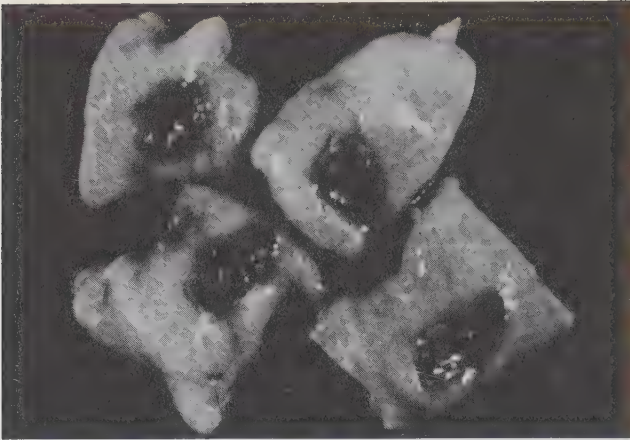


Abb. 18 : Koagulation artifiziell gesetzter, bluten-
der Läsionen mit Leistungsstufe 9, Koagu-
lationsstrom, 200 mmHg Ansaugdruck, CO₂-Gas-
insufflation von 1,4 kg/cm²
(akuter Versuch: Hund, Corpus ventriculi)



Abb. 19 : Koagulationen artifiziell gesetzter, bluten-
der Läsionen mit Leistungsstufe 10, Koagula-
tionsstrom, 200 mmHg Ansaugdruck, CO₂-Gasin-
sufflation von 1,6 kg/cm²; ödematös aufge-
lockerte Randzone, Verschorfung des Ulcusran-
des und Koagelfilm am Ulcusgrund (akuter Ver-
such: Hund, Corpus ventriculi)

Blutstillungszeit (sec) bei starken Blutungen

	Ulcusrand	Ulcusgrund
1.	11	8

Blutstillungszeit (sec) bei mittelstarken Blutungen

1.	7	4
2.	9	5
3.	10	6

Blutstillungszeit (sec) bei schwachen Blutungen

1.	6	4
2.	7	3
3.	6	3
4.	6	2

Tabelle 13: Blutstillungszeiten bei Elektrokoagulation mit Koagulationsstrom Leistungsstufe 8, einem CO₂-Gasinsufflationsdruck von 1,4 - 1,6 kg/cm² und fraktionierter Koagulationstechnik
(akuter Versuch: Hund, Magen)

Blutstillungszeit (sec) bei starken Blutungen

	Ulcusrand	Ulcusgrund
1.	11	8
2.	11	7
3.	9	4

Blutstillungszeit (sec) bei mittelstarken Blutungen

1.	8	6
2.	7	5
3.	8	4
4.	10	6

Blutstillungszeit (sec) bei schwachen Blutungen

1.	5	3
----	---	---

Tabelle 14 : Blutstillungszeiten bei Elektrokoagulation mit Koagulationsstrom, Leistungsstufe 9, einem CO₂-Gasinsufflationsdruck von 1,4 - 1,6 kg/cm² und fraktionierter Koagulationstechnik
(akuter Versuch: Hund, Magen)

Blutstillungszeit (sec) bei starken Blutungen

	Ulcusrand	Ulcusgrund
1.	15	10
2.	12	8
3.	9	6
4.	8	6

Blutstillungszeit (sec) bei mittelstarken Blutungen

1.	8	4
2.	8	5
3.	8	6
4.	7	7

Blutstillungszeit (sec) bei schwachen Blutungen

1.	5	3
----	---	---

Tabelle 15 : Blutstillungszeiten bei Elektrokoagulation mit Koagulationsstrom, Leistungsstufe 10, einem CO₂-Gasinsufflationsdruck von 1,4-1,6 kg/cm² und fraktionierter Koagulationstechnik
(akuter Versuch: Hund, Magen)

Stromqual.	Leistung (Stufe)	Koagulationsfeld Elektr.kopf Epith.Läsion (ϕ mm)	Art der Läsion	distale Reaktionsstelle		
II	8	2,3	Corpus	6	Ulcus (Schorf)	ob.Schichten d. Musc. propria
II	8	2,3	Corpus	7	Ulcus (Schorf)	ob.Schichten d. Musc. propria
II	8	2,3	Corpus	7	Ulcus (blutig un- termin.Ränder)	ob.Schichten d. Musc. propria
II	8	2,3	Corpus	7	Ulcus (blutig un- termin.Ränder)	mittl.Schichten d.Musc.propria (min.serofibrin. Peritonitis)
II	8	2,3	Corpus	6	Ulcus	Submucosa
II	8	2,3	Corpus	7	Ulcus (Schorf)	ob.Schichten d. Musc. propria

Tabelle 16 : Art der Läsion und Koagulationseffekte nach Elektrokoagulation blutender,
artifizuell gesetzter Läsionen mit Leistungsstufe 8
(akuter Versuch : Hund, Magen) II = Koagulationsstrom

Stromqual.	Leistung (Stufe)	Lokalisation	Koagulationsfeld		Art der Läsion	distale Reaktionsstelle
			Elektr.kopf (ϕ mm)	Epith.Läsion (ϕ mm)		
II	9	Corpus	2,3	7	nicht auswertbar	
II	9	Corpus	2,3	7	Ulcus (Schorf,blutig unterm.Ränder)	ob.Schichten d. Musc. propria
II	9	Corpus	2,3	8	Ulcus (Schorf,blutig unterm.Ränder)	ob.Schichten d. Musc. propria
II	9	Corpus	2,3	7	Ulcus	ob. Schichten d. Musc. propria
II	9	Corpus	2,3	6	Ulcus (Schorf)	ob.Schichten d. Musc. propria
II	9	Corpus	2,3	8	Ulcus (Schorf)	mittl. Schichten d. Musc. propria

Tabelle 17 : Art der Läsion und Koagulationseffekte nach Elektrokoagulation blutender, artifiziell gesetzter Läsionen mit Leistungsstufe 9
(akuter Versuch : Hund, Magen) II = Koagulationsstrom

Stromqual. Leistung (Stufe)		Koaagulationsfeld Elektr.kopf Epith.Läsion (ϕ mm)		Art der Läsion		distale Reaktionsstelle
II	10	Fundus	2,3	8	Ulcus (viel Schorf)	ob.Schichten d. Musc. propria
II	10	Corpus	2,3	8	Ulcus (viel Schorf,blutig unterm.in.Ränder)	mittl.Schichten d. Musc.propria
II	10	Corpus	2,3	9	Ulcus (viel Schorf)	mittl.Schichten d. Musc.propria (serofibrin. Peritonitis)
II	10	Corpus	2,3	8	Ulcus (Schorf)	ob.Schichten d. Musc. propria (min.Peritonitis)
II	10	Corpus	2,3	7	Ulcus	ob.Schichten d. Musc. propria
II	10	Corpus	2,3	10	Ulcus (blutig unterm.Ränder)	mittl.Schichten d. Musc.propria (serofibrin.Peri- tonitis)

Tabelle 18 : Art der Läsion und Koaagulationseffekte nach Elektrokoaagulation blutender, artifiziell gesetzter Läsionen mit Leistungsstufe 10
(akuter Versuch : Hund, Magen) II = Koaagulationsstrom

5. D i s k u s s i o n

5.1. Methoden der endoskopischen Blutstillung

Seit gastrointestinale Blutungsquellen endoskopisch zu lokalisieren und zu indentifizieren sind (16, 18, 27), gelten vielfache Bestrebungen dem Versuch, die Blutungen auf endoskopischem Wege zu stillen. Dabei werden medikamentöse, thermische und mechanische Methoden diskutiert und zum Teil praktiziert. In jüngster Zeit wurden besonders erfolgversprechende Ergebnisse mit der endoskopischen Lichtkoagulation mittels Laserstrahlen erzielt (6, 14, 17, 18, 26, 35).

5.1.1. Medikamentöse Methoden

Eine Blutstillung auf endoskopischem Weg, wie sie durch lokale Injektion vasokonstriktiver Pharmaka oder von Sklerosierungsmitteln möglich wäre, ist oftmals durch nur geringe Wirksamkeit gekennzeichnet (18).

Eine gewisse klinische Bedeutung hat bislang lediglich die endoskopische Wandsklerosierung bei Ösophagusvarizen, die prophylaktisch aber auch therapeutisch bei Varizenblutungen angewendet wird, erlangt. Bei dieser symptomatischen Behandlung handelt es sich um eine intramucöse Wandsklerosierung, die zu einer Verdrängung der Varizen in die Tiefe

führt und somit eine Gefäßruptur verhindert oder bei der akuten Blutung durch das Depot des Sklerosierungsmittels die Blutung mechanisch stillt (12,40).

Unter der Voraussetzung einer selektiven Sondierung der Arterie ist eine Infusion von Vasopressiva oder auch eine arterielle Embolisation durch Injektion autologer Blutgerinnsel möglich und vereinzelt mit Erfolg angewandt worden (1,9,32). Magenspülungen mit Eiswasser, Hämostyptika, Vasopressiva und Antazida war bisher der gewünschte Erfolg einer dauerhaften Blutstillung versagt (18).

5.1.2. Mechanische Methoden

Läßt sich eine kleine Blutungsquelle punktförmig lokalisieren oder ist ein Gefäßstumpf sichtbar, kann ein über den Instrumentierkanal eines Endoskops einführbarer Clip diese Blutungsquellen zum Versiegen bringen.

Bei Sickerblutungen aus erosiven Schleimhautdefekten kann versucht werden, diese mittels eines aufsprühbaren, gefäßabdichtenden Kunststofffilms zu stillen (21). Ausreichende Erfahrungen liegen für diese Methode noch nicht vor.

Eine weitere Möglichkeit der Blutstillung, besonders in englumigen Organen, bietet die endoskopische Platzierung einer aufblasbaren Ballonsonde

direkt an der Blutungsquelle. Die Anwendung wird jedoch durch die Gefahr einer erneuten Blutung bei Entfernen des Ballons sowie das Entstehen von Drucknekrosen durch die dauernde Kompression des Gewebes und der Gefäße begrenzt. Trotzdem wird die Methode besonders bei Varizenblutungen z.B. mittels Anlegen der sog. Blakemore-Sengstaken Sonde häufig angewandt, insbesondere wenn die Möglichkeit zur endoskopischen Laserlichtkoagulation nicht gegeben ist.

5.1.3. Laserkoagulation im Gastrointestinaltrakt

Das Prinzip der Laserkoagulation besteht darin, daß optische Strahlung mit geeigneten spektralen Anteilen, auf Gewebe auftreffend, zur Absorption und Transformation der optischen Energie in Wärme und damit zu thermischen Gewebereaktionen führt. Diese äußern sich, je nach Intensität der Strahlung, in oberflächlichen Koagulationen bis hin zu Verbrennung und Verkohlung. Die Reaktionen des Gewebes sind organ-leistungs- und zeitabhängig (18).

Koagulationsversuche an blutenden Gefäßen bei Katzen z.B. haben gezeigt, daß eine dauerhafte Koagulation dieser Gefäße durchaus möglich ist. Allerdings spielt der Durchmesser der blutenden Gefäße eine entscheidende Rolle. So konnten Venen bis zu einem Durchmesser von 2 mm und Arterien bis zu einem

Durchmesser von 1 mm wirkungsvoll koaguliert werden. Es kommt hierbei innerhalb von wenigen Sekunden zu einer spindelförmigen Kontraktion der Gefäße und zu einer vollständigen Obliteration des Lumens (18). Damit ist es möglich und wird bereits praktiziert, submucöse Gefäßblutungen des menschlichen Gastrointestinaltraktes zu stillen, da der Durchmesser dieser Gefäße wesentlich unter den oben genannten Werten bleibt.

Von erfolgreichen Laserkoagulationen im Gastrointestinaltrakt des Menschen berichten Fröhnmorgen, Kieffer u.a. (14,18,26).

Die Nachteile der Laserlichtkoagulation sind heute noch die durch den großen apparativen Aufwand bedingte Ortsgebundenheit und ihre relativ hohen Anschaffungs- und Wartungskosten. Deshalb werden derzeit Koagulationen mit Laserstrahlen nur in wenigen Medizinischen Zentren durchgeführt.

5.2. Elektrokoagulationssystem

Eine der am leichtesten zu praktizierenden Methoden der endoskopischen Blutstillung wäre die Elektrokoagulation. Die Methode wird beispielsweise bei Hämorrhagien an parenchymatösen Organen nach laparoskopischer Punktion und intraoperativen Blutungen erfolgreich und routinemäßig durchgeführt. An den dünnwandigen Organen des Gastrointestinaltraktes erschien bislang die Koagulation mit einer Knopf-

elektrode, außer in Notfällen, kaum vertretbar. Demling, Koch und Pesch et al. (11,22) konnten in tierexperimentellen Untersuchungen zeigen, daß bei der Elektrokoagulation im Ösophagus und Duodenum tiefe Ulcerationen und Nekrosen entstanden waren, die sich oft auf die Adventitia bzw. Serosa erstreckten und zu tödlichen Perforationen führten. Experimentell bestand die Schwierigkeit zunächst darin, an der Magenschleimhaut von Hund und Katze, künstlich, nach Tiefe und Ausdehnung vergleichbare Läsionen zu erzeugen. Deshalb strebten wir dieses Ziel zunächst mit dem industriell gefertigten sog. Ulcer-maker an. Die Geschwindigkeit des im Metallzylinder gleitenden, walzenförmigen Messers ist jedoch zu gering, um den in den Metallzylinder gesaugten Schleimhautpartikel glatt und vollständig abzuschneiden. Die Schleimhaut wird in den für das mechanische Spiel beim Schneidvorgang nötigen Raum zwischen drehrundem Messer und Metallzylinder eingeklemmt, so daß wir den nicht abgetrennten Teil der Schleimhaut mit Skalpell oder Schere nachschneiden mußten. Auf diese Weise entstehen Quetschpräparate von unregelmäßiger Größe und Form und die Schleimhaut wird stark lädiert. Im Gegensatz zu den in der Literatur (7,30,31) zum Ulcer-maker gemachten Aussagen ließen sich mit dem Ulcer-maker keine standardisierten, nach Tiefe und Durchmesser vergleich-

baren Läsionen erzielen. Deshalb setzten wir alle Läsionen mit den selbsthergestellten sog. "gekreuzten Klingen".

Eine erfolgreiche endoskopische Anwendung der Elektrokoagulation im Gastrointestinaltrakt scheiterte bislang oft daran, daß die Blutungsquelle wegen der vorhandenen Blutfülle nicht genau zu lokalisieren war. So kam es nur zu einer oberflächlichen Koagulation des ausgetretenen Blutes und eine Koagulation der eigentlichen Gewebeläsion unterhalb dieses Koagels war nicht möglich. Es kam folglich entweder unter dem Druck des aus der Tiefe nachströmenden Blutes zu einem Aufbrechen des oberflächlichen Koagels oder zu einem weiteren Blutaustritt an den Randgebieten des Schleimhautdefektes. Erst durch eine simultane Gasspülung mit verbrennungshemmendem CO_2 - Gas durch eine dreiloch-gebohrte Knopfsonde konnte der Blutsee beiseite und die Läsion "trocken" geblasen werden und somit der blutungsstillenden Elektrokoagulation zugänglich gemacht werden. Insbesondere bei endoskopischer Elektrokoagulation im Darm, wo brennbare Gase wie Methan und Wasserstoffgas mit Sauerstoff ein explosives Gemisch bilden können, hat CO_2 - Gas, welches die Verbrennung nicht unterhält, eine zusätzliche vorteilhafte Wirkung als Schutzgas (41).

Außerdem zeigt sich, daß Flüssigkeiten wie z.B. Blut, Kochsalzlösung etc. die verwendete Ausgangs-

leistung erheblich verändern und dann keine sichere Angabe über die tatsächliche Stromwirkung erlauben. An dem Metallkoagulationskopf kommt es durch Verkochen der Blutflüssigkeit und des darunter liegenden Gewebes sofort zur Koagelbildung; die Sonde wird gewissermaßen isoliert und es ist keine effektive Koagulation mehr möglich. Beim Entfernen des Koagulationskopfes werden die Koagel abgerissen und es entsteht eine größere, erneut blutende Läsion. Diese Faktoren machten eine gleichzeitige Gasinsufflation während des Koagulierens unbedingt erforderlich.

Unsere Vorversuche mit einloch- und dreiloch-gebohrten Knopfsonden hatten gezeigt, daß die Knopfsonde mit einer einzigen, zentral gebohrten Öffnung wegen des bei Gewebekontakt den Koagulationskopf wieder benetzenden Blutes nicht geeignet erschien. Mit dieser einloch-gebohrten Knopfsonde ließen sich zwar bei Annäherung an Flüssigkeit rundliche "Trockenstellen" erzeugen, bei Kontakt mit der Unterlage jedoch wird gerade durch den Kontakt die zentrisch gebohrte Ausflußstelle des Gases an der Spitze des Koagulationskopfes verschlossen und Flüssigkeit (z.B. Blut) umfließt den Koagulationskopf wieder von allen Seiten.

Dreiloch-gebohrte Koagulationsköpfe ergaben bei Annäherung, den drei Ausflußstellen des Gases entsprechend, drei kleine, rundliche, flüssigkeits-

freie Stellen. Bei senkrechtem Aufsetzen dieser Koagulationsköpfchen auf die Unterlage wurde die gewählte Stelle auch während des Kontaktes von Flüssigkeit freigehalten. Das Gas strömte schräg nach drei Richtungen aus und somit konnten auch bei direktem Kontakt die Gasstromaustrittsstellen nicht verschlossen werden. Die drei rundlichen Stellen verschmolzen zu einem einzigen etwa dreieckigen, flüssigkeitsfreien Gebilde, und der Umkreis der aufgesuchten Kontaktstelle konnte auch während des Kontaktes direkt eingesehen werden.

Die Anwendung dieser Ergebnisse für das Koagulieren blutender Läsionen im Magen-Darmtrakt ergibt für die Gasinsufflation über den dreiloch-gebohrten, im Gegensatz zum zentrisch einloch-gebohrten Koagulationskopf folgende Vorteile. Die eigentliche Koagulationsstelle bleibt

1. auch während des Koagulierens "trocken".
2. Der Umkreis der Läsionsstelle ist auch während des Koagulierens direkt zu beobachten und
3. durch den stetigen Gasstrom sind die Gefahr der Verstopfung der schräg nach außen verlaufenden Gaskanälchen im Koagulationskopf und eine Verschmutzung des Koagulationskopfes von außen durch verkohlende Schleimhautpartikel oder Blut gering.

Eine weitere Verbesserung für die Elektrokoagulation mit Gasinsufflation könnte ein Koagulations-

kopf mit seitlicher Dreilochbohrung und zusätzlicher zentraler Öffnung sein, weil dann die Koagulationsstelle sowohl beim Aufsuchen wie bei Kontakt mit der Knopfsonde optimal eingesehen und blutfrei gehalten werden kann.

Beim Koagulieren selbst wurden mit mehrmaligen kurzzeitigen Kontakten von höchstens 0.6 bis 0.8 sec bzw. maximal 1 sec Exposition die Kraterränder verschorft und zunächst diese Blutung gestillt, weil es meist aus den Kraterrändern am stärksten blutete. Erst dann wurde der Vorgang am Grund des Kraters in der gleichen Weise fortgesetzt, wobei hier die Expositionsdauer 0.7 sec nicht überschritt.

Bei länger als ca. eine Sekunde dauernden Gewebekontakten verklebte, verschmolz und schließlich verkohlte die Schleimhaut am Koagulationskopf, so daß dieser am Ende in einer schwarzen, klebrigen Masse stecken blieb, und folglich beim Zurückziehen der Sonde dieses verkohlte Gewebe abgerissen wurde, so daß unter Umständen eine neue, größere Blutung entstand. Wegen der am Koagulationskopf haftenden isolierenden Gewebemassen war bei weiteren Kontakten die Stromwirkung reduziert und nicht mehr abschätzbar, was ein effektives Weiterarbeiten nicht gestattete. Zusätzlich mußte der Koagulationskopf nach jedem Kontakt gereinigt werden.

Erst CO₂-Gasinsufflation durch einen dreiloch-gebohrten Koagulationskopf mit fraktionierter Stromapplikation von maximal 9 Sekunden am Kraterrand und 6 Sekunden am Kratergrund bei den Leistungsstufen 8, 9 und 10 gestatteten ein effektives und relativ gefahrloses Koagulieren.

5.3. Elektrokoagulationen an der Magenschleimhaut von Hunden und Katzen im akuten Versuch

Die in dieser Arbeit vorgelegten Untersuchungen über die Wirkung des elektrischen Stromes auf die blutende Magenschleimhaut von Hunden und Katzen haben gezeigt, daß die Reaktionen des Gewebes und der Erfolg bei der Blutstillung von der Koagulationstechnik, von der Leistung, von der Stromeinwirkungsdauer und von der Stärke der Blutung abhängig sind.

So konnten mit Leistungsstufe 8 des Elektrotoms nur schwache und mittelstarke Blutungen erfolgreich angegangen werden. Zum Stillen stärkerer Hämorrhagien waren die notwendigen Einzelkontakte, und damit auch die Gesamtzeit der Stromexposition meist so lange, daß entweder hohe primäre oder sekundäre Perforationsgefahr bestand, oder es zur Adhäsion verkohlender Schleimhautreste am Koagulationskopf kam. Als Folge davon wurde beim Abheben des Koagulationskopfes meist die soeben koagulierte Stelle

wieder aufgerissen und blutete erneut. Es kam auch immer wieder, wenn es einmal gelungen war, die Blutung zu stillen, bereits nach wenigen Sekunden unter dem Druck des aus der Tiefe nachströmenden Blutes zum selbständigen Aufbrechen der oberflächlich koagulierten Stellen. Mikroskopische Untersuchungen randomisierter Präparate von koagulierten Schleimhautblutungen, die mit der "therapeutisch vertretbaren" Expositionsdauer von 9 Sekunden am Rand und 6 Sekunden am Grund des Ulcus mit Kurzkontakten bei Leistungsstufe 8 gestillt worden waren, ließen die distale Reaktionsstelle meist in den oberen Schichten der Muscularis propria erkennen. Es bestand somit zumindest keine akute Perforationsgefahr und auch sekundäre Perforationen wären nicht zu erwarten gewesen. Läsionen bis auf die Muscularis propria entsprechen etwa Rugektomien beim Menschen. Wenn keine ungewöhnlich aggressiven Faktoren eine Rolle spielen, perforieren diese nicht. Sind die äußere Hälfte der Muscularis propria oder gar die Serosa betroffen, darf dies als "kritische Gewebeläsion" angesehen werden. Bei so tiefreichenden Defekten ist manchmal die narbige Abheilung trotz massiver vitaler Reaktion des umgebenden Gewebes nicht mehr möglich; es besteht Perforationsgefahr (vgl. 2,3).

Die Leistungsstufe 9 schien gut geeignet für

schwache und mittelstarke Blutungen. Alle schwachen Blutungen und 83% der mittelstarken Blutungen konnten gut beherrscht werden, ohne dabei ein übermäßiges Perforationsrisiko einzugehen. Von den starken Hämorrhagien konnten von 13 nur 7 mit Erfolg gestillt werden (54%), weil kurze Einzelkontakte zur Blutstillung nicht ausreichten. Erst mit Leistungsstufe 10 konnten auch starke Blutungen erfolgreich angegangen werden. Von 31 wurden 24 (77%) innerhalb der "therapeutischen Expositionsdauer" von insgesamt 9 Sekunden am Rand und 6 Sekunden am Grund des Ulcus mit Kurzkontakten dauerhaft gestillt. Zur Grenzfestlegung bei Leistungsstufe 10 für maximal 9 Sekunden Koagulationszeit am Kraterrand und 6 Sekunden am Kratergrund kamen wir, weil bei fraktionierter Koagulation von mehr als 9 Sekunden am Kraterrand und 6 Sekunden am Kratergrund Gesamtzeit schon makroskopisch bei Betrachtung im durchscheinenden Licht erkennbar wurde, daß man einer primären Perforation nahe war bzw. eine sekundäre Perforation mit großer Wahrscheinlichkeit erwarten mußte.

Die histologische Auswertung der Präparate mit der höchsten Gesamtzeit für die Koagulation läßt diesen Tatbestand erkennen. Die distale Reaktionsstelle lag bei einem Präparat in den äußeren Schichten der Muscularis propria, bei den anderen ließen sich

Reaktionen bis in die Serosa verfolgen. In allen Fällen war es zu einer massiven serofibrinösen Peritonitis gekommen. Die Grenze 9 Sekunden am Ulcusrand und 6 Sekunden am Ulcusgrund bezieht sich auf die Ausdehnung unserer Läsionen ($\varnothing$ 5-6 mm), denn mit Kontakten in Länge dieser Gesamtzeit ließ sich mit der fraktionierten Koagulationstechnik ein Areal dieser Ausdehnung lückenlos koagulieren. Um einen Vergleich mit den Leistungsstufen 8 und 9 ziehen zu können, wurde die gleiche Zeitgrenze bei diesen angesetzt. Die distale Reaktionsstelle bei Koagulation mit Leistungsstufe 10, bei den Hunden in oberen und mittleren Schichten der Muscularis propria gelegen, bei den Katzen bis auf eine Ausnahme ebenso, läßt eine sekundäre Perforation unwahrscheinlich erscheinen (vgl. 2,3).

Bei der histologischen Auswertung schien die Magenschleimhaut der Hunde geringfügig widerstandsfähiger als die von Katzen.

Die photographische Darstellung von blutenden Schleimhautdefekten die mit Leistungsstufe 9 und 10 koaguliert worden waren, läßt gut die Verschorfung der Ulcusränder, die fast immer Hauptblutungsquelle waren, erkennen. Der Ulcusgrund ist von einem dünnen schwärzlichen Film bedeckt, bestehend aus Blutrückständen und koagulierte Gewebe. Die Schleimhautbezirke um den Defekt erscheinen ödematös aufgelockert. Die narbige Ausheilung derartiger

ulceröser Wandläsionen erfolgt morphologisch ähnlich wie bei einem peptischen Ulcus (2,3,15).

Unter Berücksichtigung der aufgezählten wünschenswerten Kriterien

1. Berücksichtigung von Stromqualität und Stromstärke
2. CO₂ - Gasinsufflation
3. fraktionierter Koagulationstechnik und
4. maximaler Gesamtdauer der Stromexposition von 9 Sekunden am Kraterrand und 6 Sekunden am Kratergrund scheint die Elektrokoagulation zur Blutstillung im Magen geeignet, ausgenommen arterielle Spritzblutungen; denn bei diesen kommt die Gasinsufflation nicht ausreichend zur Geltung und der Druck des nachströmenden Blutes läßt oberflächliche Koagulationsstellen leicht aufbrechen.

Faktoren, die für die Elektrokoagulation sprechen, sind,

1. relativ geringer technischer Aufwand (Hochfrequenzchirurgiegerät)
2. Geräte leicht zu transportieren
3. relativ niedrige Kosten (z.B. im Vergleich zum Laser)
4. rasches Auffinden der Blutungsquelle und "Trockenhalten" der Koagulationsstelle bei CO₂-Gasinsufflation
5. relativ gute Steuerbarkeit und damit verminder-

tes Perforationsrisiko bei fraktionierter
Applikation

6. schnelle und effektive Koagulation.

Vorhandene Literatur über experimentelle und darüber hinaus klinische Erfahrungen mit der Elektrokoagulation von Demling, Frühmorgen, Koch, Rösch (11), Pesch, Bauerle und Classen et al. (22) lassen zumindest im Magen endoskopisch gezielte Eingriffe unter bestimmten Voraussetzungen gerechtfertigt erscheinen; so z.B. dann, wenn es gilt, eine Blutung bei einem primär inoperablen Patienten zu stillen.

Über eine Elektrokoagulation im Magen bei inoperablen Patienten berichten Bossart et al. (5). Sie konnten zeigen, daß eine Blutstillung bei 4 von 5 Patienten mit blutenden Magenulcera erfolgreich war, und daß diese Methode am Magen mit einem vertretbaren Perforationsrisiko behaftet ist.

Nach Weingart et al. (38) sollte eine Elektrokoagulation bei Teleangiiektasia hereditaria (M. Osler) stets vor chirurgischer Intervention versucht werden. Madden, Kandalaft und Salvati et al. (20, 23, 33) berichten von erfolgreicher Elektrokoagulation bei der Behandlung von Rectum-Karzinomen. Bei Elektrokoagulation und Verbleiben des koagulierten Tumors im Organismus soll als immunologisches Phänomen eine

spezifisch gegen diesen Tumor gerichtete Immunantwort des Organismus in Form von Antikörpern erfolgen. Leider liegt hierfür bislang kein Beweis vor. Madden spricht von der Wirksamkeit der Elektrokoagulation wenn andere therapeutische Maßnahmen nicht mehr möglich sind. Im Gegensatz zur "Abdominoperinealresektion" sei der Vorteil der "Palliativ-Elektrokoagulation" eines Rektum-Karzinoms, daß hierbei keine Tumorzellen zum Peritoneum oder zur Beckenwand verschleppt werden.

Frühmorgen (18) beschreibt die erfolgreiche Elektrokoagulation mehrerer Hämangiome im Dickdarm.

Über einen Blutstillungserfolg von 95% bei endoskopischer Elektrokoagulation in 40 Fällen an 38 Patienten mit blutenden gastrointestinalen Läsionen, nämlich u.a. 15 flache Magenulcera, 14 Ulcera im Duodenum, 6 Mallory-Weiss-Läsionen, 1 Magenwandvarize, 1 hämorrhagische Gastritis und 1 Ulcus im Ösophagus berichtet Papp (29). Er betont dabei, daß die Elektrokoagulation im oberen Gastrointestinaltrakt keine definitive Therapie ist, sondern nur therapeutisches Mittel, um Blutungen zu stillen. Papp belegt auch eine Kostendämpfung, wenn Patienten mittels Elektrokoagulation behandelt werden.

Sugawa (vgl.29) und Gaisford (vgl.29) veröffentlichten ähnliche Erfolge mit der Elektrokoagulation bei blutenden gastrointestinalen Läsionen.

Stadelmann (37) berichtet von endoskopischen Elektrokoagulationen zur Blutstillung mit einer Erfolgsquote zwischen 60 und 80% . In erster Linie werden einzelne Erosionen als Idealfall, gefolgt von Gefäßmißbildungen und flachen Ulcerationen sowie artifizielle Blutungen nach Polypenabtragung als geeignete Läsionen für eine Elektrokoagulation angesehen. Daß diese Methode der Blutstillung bis heute geeigneten Fällen vorbehalten bleibt, mag - wie experimentell auch von uns beobachtet und aufgezeigt - daran liegen, daß zweifellos noch nicht alle technischen Probleme (Gefahr der Perforation, Tiefe der Gewebeschädigung nur schwer abschätzbar, Anhaften der Koagel am Sondenkopf und Abreißen des gebildeten Schorfes), gelöst sind.

Vorliegende Ergebnisse experimenteller Untersuchungen und klinischer Anwendungen ermutigen zu fortgesetzter Arbeit an der Ausreifung der Technik und weiterer experimenteller und klinischer Erprobung dieser Methode der Blutstillung.

6. Z u s a m m e n f a s s u n g

Ziel dieser Arbeit war es, an standardisierten Läsionen in der Magenwand von Katzen und Hunden Möglichkeiten und Grenzen der Blutstillung durch Elektrokoagulation zu untersuchen.

Die Versuche, mit der industriell gefertigten "Multipurpose Suction Biopsy Tube", dem sog. Ulcer-maker, standardisierte Läsionen zu setzen, schlugen fehl. Mit den selbsthergestellten "gekreuzten Klingen" konnten nach Ansaugen der Schleimhaut mittels Unterdruck nach Tiefe und Durchmesser vergleichbare Läsionen aus der Magenwand herausgeschnitten werden.

Mit Hilfe der Gasinsufflation war es möglich, die Blutungsquelle exakt zu lokalisieren und durch CO₂-Gas den Gastrointestinaltrakt, insbesondere das Colon, bei Funkenbildung vor Entzündung explosibler Gasgemische zu schützen.

Verwendet man ferner dreiloch-gebohrte Koagulationsköpfe und einen angemessenen Gasdruck so läßt sich eine unbehinderte Sicht der Koagulationsstelle auch während der Stromapplikation erreichen.

Die Lösung des Adhäsionsproblems, d.h. das Anhaften von verkohltem Blut und verschorftem Gewebe am Koagulationskopf, welches die Stromwirkung auf das Gewebe verändert, was die Abschätzung der Stromwirkung

nicht mehr zuläßt, das Koagulieren ineffektiv macht und bei Zurückziehen der Knopfsonde durch Koagelabriß zu frischer, evtl. verstärkter Blutung auf vergrößerter Wundfläche führen kann, erwies sich als schwierig. Durch CO_2 - Gasinsufflation bei angemessenem Druck ($1,4 - 1,6 \text{ kg/cm}^2$) über einen dreiloch-gebohrten Koagulationskopf konnte das Blut weggeblasen und die Koagulationsstelle bei Stromapplikation "trockengehalten" werden, was bei zusätzlicher Anwendung der fraktionierten Koagulationstechnik die Adhäsionsmöglichkeiten stark verringerte.

Bei geeigneter Wahl der Stromqualität (Koagulationsstrom), dem Verweilen im therapeutischen Bereich aus Leistungsstufe und Expositionsdauer sowie bei vorsichtiger fraktionierter Koagulationstechnik, läßt sich die Gefahr der Perforation in vertretbaren Grenzen halten, das Risiko - wie bei allen operativen Eingriffen - jedoch nicht völlig ausschließen.

Bei angegebenem Vorgehen kann man zusammenfassend feststellen, daß

1. in tierexperimentellen Versuchen Blutungen aus der Magenwand mittels Elektrokoagulation erfolgreich gestillt wurden,
2. die Perforationsgefahr und
3. das Problem der Adhäsion verringert werden konnten, sowie

4. die Probleme der genauen Lokalisation der Blutungsquelle und
5. der unbehinderten Sicht während der Elektrokoagulation

als gelöst gelten können.

Aufgrund dieser Tatsachen verdient die Methode der Blutstillung mittels Elektrokoagulation im Magen, im Tierexperiment verfeinert und in ausgewählten Fällen klinisch erprobt zu werden.

7. L i t e r a t u r

1. Baum, S., M. Nusbaum :
The control of gastrointestinal hemorrhage by
selective mesenteric arterial infusion of
vasopressin
Radiology 98 (1971), 497
2. Becker, V. :
Die fibrinoide Nekrosezone beim Ulcus ventri-
culi
Leber Magen Darm 7 (1972) , 241
3. Becker, V. :
The significance of the fibrinoid necrotic zone
for the development and healing of gastric ulcer
Acta Hepato-Gastroenterol. 20 (1973), 185
4. Bodem, F., H.-D. Reidenbach, M. Nehls, H. Brand :
Kurzberichte
Biomedizinische Technik Band 20, Heft 6 (1975), 238
5. Bossart, R., N. Thurnherr :
Endoskopische Elektrokoagulation blutender
Magenulcera bei inoperablen Patienten
Zeitschrift f. Gastroenterologie 5 (1975), 526
6. Brand, H., F. Bodem, H.-D. Reidenbach, P. Früh-
morgen :
Eigenschaften des Lasers und seine Anwendung in
der Endoskopie. In: Fortschritte der Endoskopie
(Hrsg.: R. Ottenjann), Bd. 6, 3
Schattauer-Verlag , Stuttgart 1975

7. Brandborg, L.L., C.E. Rubin, W.E. Quinton :
A multipurpose instrument for suction biopsy
of the esophagus, stomach, small bowel, and
colon
Gastroenterology 37 (1959), 1
8. Bryant, L.R., K. Mobin-Uddin, M.L. Dillon
et al. :
Comparison of ice water with iced saline
solution for gastric lavage in gastroduodenal
hemorrhage
Amer. J. Surg. 124 (1972), 570
9. Conn, H.O., G.R. Ramsby, E.H. Storer :
Selective intraarterial vasopressin in the
treatment of upper gastrointestinal hemorrhage
Gastroenterology 63 (1972), 634
10. Demling, L. :
Magenvereisung
Dtsch. med. Wschr. 90 (1965), 1370
11. Demling, L., P. Frühmorgen, H. Koch, W. Rösch :
Elektrokoagulation von Blutungen
In: Operative Endoskopie, 73-77 (Hrsg.:
L. Demling, P. Frühmorgen, H. Koch, W. Rösch)
Schattauer-Verlag, Stuttgart 1973
12. Demling, L., M. Classen, P. Frühmorgen :
Atlas der Enteroskopie
Springer-Verlag, Berlin - Heidelberg - New York
1974

13. Demling, L., P. Frühmorgen, H. Koch,
W. Rösch :
Instrumente für die operative Endoskopie
In: Operative Endoskopie, 7-15
Schattauer - Verlag, Stuttgart - New York 1976
14. Dwyer, R.M., A.E. Yellin, J. Cherlow, M. Bass,
B.J. Haverbeck :
Laser induced hemostasis in the upper gastro-
intestinal tract using a flexible fiberoptic
Gastroenterology 4 (1975), A 31/888
15. Eder, M., P. Gedigh :
Lehrbuch der Allgemeinen Pathologie und der
Pathologischen Anatomie
29. Aufl., Springer - Verlag, Berlin 1974
16. Frühmorgen, P., J. Zeus, L. Demling :
Endoskopische Diagnostik bei Blutungen aus dem
Dinn-, Dick- und Mastdarm
Langenbecks Arch. Chir. 337 (Kongreßbericht
1974), 557, Springer - Verlag Heidelberg 1974
17. Frühmorgen, P., H.-D. Reidenbach, F. Bodem,
B. Kaduk, L. Demling, H. Brand :
Laser-Anwendung im Gastrointestinaltract
Erste tierexperimentelle Untersuchungen
In: Fortschritte der Endoskopie, Bd. 6, 13-14
(Hrsg. : R. Ottenjann), Schattauer - Verlag,
Stuttgart 1975
18. Frühmorgen, P. :
Tierexperimentelle Studien und erste klinische
Anwendungen des Argon-Ionen-Lasers zur Licht-
koagulation im Gastrointestinaltrakt des
Menschen
Habilitation, Erlangen , 1976

19. Habermehl, A. :
Elektrochirurgiegeräte für Klinik und Praxis
Deutsches Ärzteblatt 48 (1973), 3330
20. Kandalaft, S., Madden, J.L. :
Electrocoagulation. A primary and preferred
method of treatment for cancer of the rectum
Ann. Surg. 106 (1967), 413
21. Keller, R.T., G.M. Logan :
Treatment of hemorrhagic gastritis by the
endoscopic application of acrylic polymer
Gastrointest. Endosc. 21 (1974), 75
22. Koch, H., H.-J. Pesch, H. Bauerle, P. Fröhmer,
W. Rösch, M. Classen :
Erste experimentelle Untersuchungen und klini-
sche Erfahrungen zur Elektrokoagulation blu-
tender Läsionen im oberen Gastrointestinaltrakt
In: Fortschritte der Endoskopie, Bd. 4, 69-71
(Hrsg. : R. Ottenjann), Schattauer-Verlag,
Stuttgart 1973
23. Madden, J.L., S. Kandalaft :
Electrocoagulation in the treatment of Cancer
of the rectum
Ann. Surg. 174 (1971), 530
24. Madersbacher, H., H. Marberger :
Probleme der Hochfrequenzchirurgie bei trans-
urethralen Eingriffen
Electromedica 5 (1972), 145
25. Martin, Gebr. :
Elektrotom 170 RF
Hochfrequenz-Chirurgiegerät zur Elektrochirurgie;
Gebrauchsanleitung und technische Daten

26. Nath, G., W. Gorisch, P. Kiefhaber :
First laser endoscopy via a fiberoptic
transmission System
Endoscopy 5 (1973), 208
27. Palmer, E.D. :
The vigorous diagnostic approach to upper
gastrointestinal tract hemorrhage
JAMA 207 (1969), 1477
28. Papp, J.P. :
Endoscopic electrocoagulation in upper
gastrointestinal hemorrhage
JAMA 230 (1974), 1172
29. Papp, J.P. :
Endoscopic electrocoagulation of upper
gastrointestinal hemorrhage
JAMA 236 (1976), 2076
30. Protell, R.L., F.E. Silverstein, J. Piercey,
M. Dennis, W. Sprake, C.E. Rubin :
A reproducible animal model of acute bleeding
ulcer - "The Ulcer Maker"
Department of Medicine, University of
Washington Seattle, Washington
31. Quinton Instrument Company :
Multipurpose Biopsy Tube, Instruction Manual
Seattle Washington
32. Rosch, H., C.T. Dotter, M.J. Brown :
Selective arterial embolisation :
New method for control of acute Gastrointestinal
bleeding
Radiology 102 (1972), 303

33. Salvati, E.P., R.J. Rubin :
Electrocoagulation as primary therapy for
rectal carcinoma
Amer. J. Surg. 132 (1976), 583
34. Schaefer, H.P. :
Tierexperimentelle Untersuchungen zur Methodik
einer optimierten Elektrokoagulation
Dissertation, Erlangen 1978
35. Silverstein, F., C.E. Rubin, D. Auth :
Fiberendoscopic control of experimental gastric
bleeding by laser photocoagulation
Gastroenterology 4 (1975), A 189/1046
36. Stadelmann, O., E. Raschke, R. Müller,
A. Löffler, S.E. Miederer :
Endoskopische Elektroresektion und Elektro-
koagulation -
Voruntersuchungen und erste klinische Er-
fahrungen
In: Fortschritte der Endoskopie, Bd. 4, 63-65
(Hrsg. : R. Ottenjann), Schattauer - Verlag,
Stuttgart 1973
37. Stadelmann, O., D. Weisbart, U. Zeus :
Blutende Läsionen im Gastrointestinaltrakt :
Elektrokoagulation
Vortrag anlässlich des Symposiums "Operative
Endoskopie" - Rückblick und Ausblick
Erlangen 1977
38. Weingart, J., G. Lux, K. Elster, R. Ottenjann :
Recurrent gastrointestinal bleeding in Osler's
disease successfully treated by endoscopic
electrocoagulation in the stomach
Endoscopy 7 (1975), 160

39. Wittmoser, R. :

Fortschritte der Operativen Endoskopie durch
Miniaturisierung , HF - Koagulation und
Coelomatisierung

In: Fortschritte der Endoskopie, Bd. 6, 23-25
(Hrsg.: R. Ottenjann), Schattauer-Verlag,
Stuttgart 1975

40. Wodak, E. :

Die Wandsklerosierung als endoskopische
Therapie bei Ösophagusvarizen

In: Fortschritte der Endoskopie, Bd. 4, 29-30
(Hrsg. : R. Ottenjann), Schattauer-Verlag,
Stuttgart 1973

41. Wurster, H. :

Hochfrequenz-Chirurgie

Vortrag anlässlich des Kongresses der Gesell-
schaft für Gastroenterologie in Bayern

Erlangen , Oktober 1973

Herrn Privatdozent Dr. Peter Fröhmer
danke ich für die Überlassung des Themas
sowie für die wertvolle Beratung und
Unterstützung.

Mein Dank gilt auch Herrn Dr. Bernhard
Kaduk für seine Unterstützung bei der
histologischen Auswertung.

Ferner danke ich Herrn Ing. Kurt Seuberth
für seine stete Hilfsbereitschaft bei
allen technischen Fragen.

Lebenslauf

Am 15.03.1952 wurde ich als Tochter der Eheleute Karl und Brunhilde Schmidt, geb. Endner, in Nürnberg geboren.

Von 1959 - 1963 besuchte ich die Volksschule in Nürnberg und trat im September 1963 in das Melanchthon Gymnasium Nürnberg ein, an dem ich im Juli 1972 das Abitur ablegte.

Im Frühjahr 1973 begann ich das Studium der Medizin an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, das ich im Sommer 1979 mit der Ärztlichen Prüfung abschließen werde.

